



ESCUELA UNIVERSITARIA DE FISIOTERAPIA  
**GIMBERNAT-CANTABRIA**

# RELACIÓN DE LAS ROTACIONES TIBIALES Y LA FLEXIBILIDAD CON LESIONES EN LA MUSCULATURA ISQUIOTIBIAL EN EL FUTBOL.

---

*Relationship between tibial rotation and flexibility with hamstring injuries in football.*

AUTOR: Hugo Rasilla Hidalgo

TITULACIÓN: Grado en Fisioterapia.

CENTRO UNIVERSITARIO: Escuelas Universitarias Gimbernat-Cantabria

DIRECTOR: Fernando Agudo Canales

FECHA DE ENTREGA: 09/06/2016

# ÍNDICE

<b>RESUMEN .....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>HIPÓTESIS Y OBJETIVOS .....</b>	<b>6</b>
<b>METODOLOGÍA</b>	
- Diseño .....	7
- Sujetos de estudio .....	8
- Variables .....	8
- Procedimiento .....	9
- Análisis estadístico .....	14
- Aspectos éticos .....	16
- Limitaciones .....	17
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>18</b>
<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>22</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>26</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>30</b>

## **RESUMEN**

**Objetivos:** El objetivo de este estudio es determinar la relación entre las lesiones de la musculatura isquiotibial con el rango de movimiento de las rotaciones tibiales externa e interna, y por otro lado con la flexibilidad, en jugadores de fútbol que hayan sufrido lesión en dicha musculatura practicando este deporte.

**Metodología:** En 35 sujetos con antecedente de lesión isquiotibial fue testada la flexibilidad de la musculatura isquiotibial mediante dos pruebas goniométricas: una elevación de pierna recta (EPR) pasiva y una extensión activa de rodilla, ambas añadiendo el uso de un Stabilizer Pressure Biofeedback colocado a nivel lumbopélvico. Por otro lado se evaluó el rango de movimiento de las rotaciones tibiales externa e interna mediante el uso de un goniómetro gravitatorio colocado a nivel de la TTA. Ambas piernas fueron evaluadas con el propósito de establecer relación con la lesión sufrida, así como hallar diferencias entre ellas.

**Resultados:** Se halló un leve aunque no significativo aumento aproximadamente de 1° en los valores de RE de rodilla para la pierna lesionada en comparación con la pierna sana. En cuanto a la flexibilidad, tanto en la EPR pasiva como en la extensión activa de rodilla, se obtuvieron mayores valores en piernas sanas, unos 2° y 4° respectivamente. Por otro lado se encontró significativa influencia de una recidiva con el mayor rango de movimiento hacia la rotación externa de rodilla ( $P=0,037$ ).

**Conclusión:** La lesión producida en la musculatura isquiotibial no parece presentar una significativa relación con los parámetros de flexibilidad y el rango de movimiento de las rotaciones tibiales. En la pierna que sufrió la lesión se halló un significativo mayor rango de movimiento hacia la rotación externa de rodilla en sujetos con episodios de recidivas.

## **ABSTRACT**

**Purpose:** The aim of this study is to determine the relationship between hamstrings injuries with the ROM of external and internal tibial rotation, and on the other with flexibility, in football players who have suffered injury in that muscle practicing this sport.

**Methods:** In 35 subjects with a history of hamstring injury it was tested flexibility by two goniometric hamstrings tests: passive straight leg raise (SLR) and active knee extension (AKE), both using a Stabilizer Pressure Biofeedback placed at lumbopelvic level. Furthermore the range of motion of the external and internal tibial rotation was evaluated by using a gravitational goniometer placed at TTA level. Both legs were evaluated for the purpose of establishing relationship with the injury, and find differences between them.

**Results:** A slight but not significant increase approximately  $1^\circ$  in RE values knee for the injured leg compared to the uninjured leg was found. As for flexibility, as both the SLR in AKE, higher values were obtained in healthy legs,  $2^\circ$  and  $4^\circ$  respectively. On the other hand it was found significant influence of relapse with greater range of motion to the knee external rotation ( $P = 0.037$ ).

**Conclusion:** The injury produced in the hamstrings is unlikely to present a significant relationship with the parameters of flexibility and range of motion of the tibial rotations. Leg injury suffered significantly greater range of motion was found to knee external rotation in patients with recurrent episodes.

## **INTRODUCCIÓN**

Las lesiones musculares son frecuentes en el fútbol. Un reciente estudio realizado en jugadores profesionales mostró que éstas representan más del 30% del total de todas las lesiones <sup>1, 2 3</sup>, causando alrededor de un cuarto del tiempo total apartado de la práctica deportiva. Cerca del 90% afectan a los cuatro mayores grupos musculares de la extremidad inferior: isquiotibiales, adductores, cuádriceps y tríceps sural, siendo la lesión de la musculatura isquiotibial la más común dentro del mundo del fútbol profesional, representando el 12% del total <sup>1, 3, 4, 5, 6</sup>. Tanto atletas profesionales como amateur frecuentemente sufren este tipo de lesiones, asociada a un significativo tiempo apartado de la práctica deportiva <sup>2</sup>. Varios estudios además sugieren que la lesión del bíceps femoral, es la más frecuente <sup>1, 2, 4, 5, 6, 7, 8</sup>.

Las lesiones en la musculatura isquiotibial además presentan un alto índice de recidiva, 12-14%, resultando éstas una media de 6 días más apartado de la práctica deportiva que una lesión inicial. Este frecuente hecho hace que haber sufrido una lesión previa sea considerado un fuerte predictor de lesión isquiotibial <sup>5</sup>.

Dado el frecuente ratio de recidiva y los altos costes derivados, unas adecuadas estrategias de prevención y rehabilitación, así como un válido criterio a la hora de volver a la práctica deportiva, son de gran importancia <sup>4, 5</sup>. Es necesario conocer el mecanismo lesional además de los posibles factores de riesgo influyentes en una lesión de la musculatura isquiotibial, para así poder establecer buenos criterios a la hora de prevenir y rehabilitar estas lesiones, así como evitar una recidiva <sup>1, 3, 9, 10</sup>.

El mecanismo lesional predominante en la musculatura isquiotibial en el fútbol ocurre durante situaciones de sprint o en esfuerzos de aceleración, acciones en las cuales influye en un alto

grado las rotaciones tibiales <sup>1, 4, 5</sup>. Basándonos en la revisión de la literatura, las lesiones de la musculatura isquiotibial se ha visto que ocurren principalmente durante la contracción excéntrica del músculo cuando se corre a alta velocidad o durante la fase de apoyo <sup>2</sup>. Schache et al. afirman que la mayor actividad excéntrica de los isquiotibiales se observa cuando frenamos durante la fase de balanceo en el sprint <sup>11, 12</sup>. Incluso, Longo et al. afirman que carreras tanto de corta como de larga distancia contribuyen al daño en la musculatura isquiotibial, exponiendo estas disciplinas a una lesión en dicha musculatura <sup>8</sup>. Además de corriendo, golpeando al balón es otra actividad donde las lesiones en la musculatura isquiotibial frecuentemente ocurren. Del mismo modo, se ha visto también que este tipo de lesiones suelen ser más severas que las ocurridas en otro tipo de situaciones en lo que respecta con el tiempo apartado de la práctica deportiva <sup>9</sup>.

Entender los factores de riesgo para las lesiones en la musculatura isquiotibial es crucial para el desarrollo de unas correctas estrategias de prevención y rehabilitación. Muchos de estos han sido identificados en la literatura, sin embargo, solo unos pocos son basados en la evidencia científica, mientras que la mayoría son basados en la teoría. Estos factores de riesgo son muy variados y pueden ser clasificados en modificables como falta de flexibilidad muscular, desequilibrio muscular, calentamiento insuficiente, fatiga, dolor lumbar e incremento de la tensión neural; y no modificables como la edad, la raza y las lesiones previas. <sup>1, 2, 9, 10</sup>. Así mismo en la literatura se exponen otros posibles factores de riesgo como son la estabilidad del núcleo central o CORE, la fuerza de la musculatura isquiotibial, el ratio cuádriceps-isquios y los factores biomecánicos propios del sujeto <sup>1, 2, 13</sup>.

La valoración de la flexibilidad de la musculatura isquiotibial es una práctica habitual en el ámbito deportivo porque su acortamiento ha sido relacionado con un incremento de la probabilidad de sufrir alteraciones músculo-esqueléticas, así como una reducción del

rendimiento deportivo<sup>9,13</sup>. Una mala flexibilidad en la musculatura isquiotibial se ha sugerido en repetidas ocasiones como un factor de riesgo modificable en las lesiones de esta musculatura, aunque existe cierta controversia entre los resultados encontrados en la literatura<sup>2, 9, 13</sup>. Dos estudios prospectivos realizados en jugadores de fútbol sin antecedentes de lesión en la parte posterior del muslo, indican que aquellos que sufrieron lesión en la musculatura isquiotibial tenían significativamente menor flexibilidad en una medición realizada previa a sus lesiones, en comparación con el grupo de sujetos sanos que no sufrieron lesión<sup>9,14,15</sup>. Estos estudios apoyan la pobre flexibilidad de los isquiotibiales como factor de riesgo en la lesión de dicha musculatura<sup>9</sup>.

Por otro lado, las rotaciones tibiales externa e interna son esenciales para la biomecánica de la articulación de la rodilla. La fuerza en estos movimientos así como el rango de movimiento (ROM) pueden jugar un papel significativo en el rendimiento deportivo<sup>16</sup>. Ha sido demostrado que la musculatura isquiotibial, junto con la función común de flexión en el plano sagital, pueden además producir la rotación interna y externa de la rodilla, respectivamente<sup>6,17,18</sup>.

De igual modo, varios estudios han demostrado que los sujetos que son intervenidos quirúrgicamente en una reconstrucción del ligamento cruzado anterior mediante el uso de los tendones de semitendinoso y grácil, presentan dos años después de la intervención debilidad en la rotación interna de rodilla en la pierna intervenida. Esto demuestra que los músculos semitendinoso y grácil contribuyen en la rotación interna de esta articulación<sup>16,19</sup>. En el estudio de Lynn et al. fue demostrado con los resultados obtenidos mediante el uso de EMG que mediante la realización de ejercicios activos para la musculatura isquiotibial, implementando la rotación externa activa del pie se activa selectivamente el bíceps femoral, mientras que con la

rotación interna activa del pie se activa la musculatura isquiotibial medial, semitendinoso y semimembranoso <sup>18,19</sup>.

Teniendo en cuenta esta información considero de vital importancia el conocimiento de los posibles factores de riesgo influyentes en las lesiones de la musculatura isquiotibial con el objetivo de prevenir estos sucesos y evitar recidivas.

## **HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

La **hipótesis** que plantea este estudio es que en el fútbol los isquiotibiales se ven sobresolicitados, debido a que intervienen tanto durante el sprint, como durante el golpeo de balón. Más frecuentemente el balón es golpeado con el interior del pie realizando para ello una rotación externa de rodilla donde ha sido demostrado que interviene el bíceps femoral. De este modo se provoca un aumento de la carga a la que se ve sometida este músculo en particular, pudiendo ser una de las posibles causas de la elevada incidencia lesional en esta musculatura.

El **objetivo principal** de este estudio es determinar la relación entre las lesiones de la musculatura isquiotibial con el rango de movimiento de las rotaciones tibiales externa e interna, y por otro lado con la flexibilidad, en jugadores de fútbol que hayan sufrido lesión en dicha musculatura practicando este deporte.



Los **objetivos secundarios** fueron:

- Determinar si las lesiones se producen más en pierna dominante o no dominante.
- Determinar diferencia entre los parámetros medidos en función de si la lesión se localizaba en la pierna dominante o en la pierna no dominante
- Determinar si existe diferencia en los parámetros medidos en función de haber sido tratada la lesión o únicamente haber hecho reposo.
- Determinar si existe cambio significativo en los parámetros medidos en relación al tiempo de lesión.

## **METODOLOGÍA**

### **DISEÑO**

El presente trabajo es un estudio observacional, analítico y transversal donde se recogen datos sobre distintos parámetros como son la flexibilidad de la musculatura isquiotibial y la amplitud articular de las rotaciones tibiales, tanto en la pierna afectada como en la sana. Fueron recogidos en diferentes jugadores de fútbol amateur que hayan sufrido una lesión en dicha musculatura y cumplan los demás criterios de inclusión en el estudio, con el propósito de comparar los datos obtenidos en la pierna sana con los obtenidos en la pierna que haya sufrido lesión y hallar así algún tipo de relación con la lesión anteriormente sufrida.

## **SUJETOS DE ESTUDIO**

La muestra del estudio se compuso de 35 sujetos con una edad comprendida entre los 18 y los 33 años, con una edad media para el estudio de 24,63 años con una desviación estándar de  $\pm 4,225$ . Los sujetos presentaron un peso medio de  $73,97 \pm 5,818$  kg y una altura media de  $178,4 \pm 5,857$  cm.

Los criterios de inclusión que se definieron para la posterior participación de los sujetos en el estudio fueron tener mayoría de edad, llevar al menos cinco años practicando fútbol a nivel competitivo y, el principal, haber sufrido al menos una lesión en la musculatura isquiotibial durante la práctica deportiva.

Los criterios de exclusión que se marcaron para la no inclusión dentro de la muestra de estudio fueron haber sido intervenido quirúrgicamente en alguna de las rodillas, presentar una lesión crónica en la zona lumbar y/o rodilla ó una lesión en la musculatura isquiotibial y/o lumbar en el mismo momento de la medición.

## **VARIABLES**

Las variables que se establecieron fueron las siguientes:

- **Variable independiente:**

Respecto a las variables independientes únicamente se estableció la distinción entre pierna sana o pierna lesionada.

- **Variable dependiente.**

Como variables dependientes se evaluaron en ambas piernas por un lado las rotaciones tibiales interna y externa, y por otro lado la flexibilidad de la musculatura

isquiotibial testada a través de dos pruebas diferentes, un SLR pasivo y una medición del ángulo poplíteo con la implementación del Stabilizer Pressure Biofeedback.

- **Otras variables:** la edad, el peso y la talla, los años que llevaban practicando fútbol, la posición en el campo, cuál era su pierna dominante, si habían sufrido alguna recidiva, el tiempo apartado de la práctica deportiva a consecuencia de la lesión y por último el modo de gestión de la lesión en el que se recogía si habían recibido algún tipo de tratamiento o únicamente se realizó reposo.

## PROCEDIMIENTO

El presente estudio se realizó durante los meses de marzo y abril del 2016, realizando las distintas mediciones en jugadores de clubes de la tercera división y la primera regional pertenecientes a la Federación Cántabra de fútbol. Para contactar con los posibles participantes en este estudio inicialmente se contactó con la presidencia de clubes que compitieran en las divisiones anteriormente señaladas, proporcionándoles mediante correo electrónico la hoja de información así como una explicación detallada toda la información adicional necesaria y aquella requerida por los mismos clubes. Posteriormente, una vez recibimos la confirmación por parte de la presidencia hacia la posibilidad de pasarnos por sus instalaciones a realizar las pruebas, el paso siguiente fue contactar con el fisioterapeuta de cada uno de los equipos, explicándole igualmente el estudio en cuestión, además de las distintas mediciones que llevaríamos a cabo. De este modo, éste pudo explicar a la plantilla cómo y qué se realizaría en nuestro estudio, así como, conociendo los criterios de inclusión junto con los criterios de exclusión, realizar un sondeo para conocer la muestra en cada uno de los equipos.

El posterior paso fue el contacto con los participantes del estudio. Para ello, en días diferentes para cada uno de los equipos, ambos observadores nos desplazamos a las instalaciones de cada uno de los clubes. Una vez allí y ya conociendo el tamaño muestral, reuníamos a los futuros participantes en el estudio para inicialmente dar una breve charla informativa tratando los siguientes temas: el objetivo del estudio, la confidencialidad de los datos y la publicación del estudio que estábamos llevando a cabo, para seguidamente hacer entrega a cada uno de ellos de la hoja de información (Anexo 1), el consentimiento informado (Anexo 2) y el cuestionario (Anexo 3). En este último se preguntaba a cada participante preguntas más generales como los años que llevaba practicando fútbol, su posición en el campo, su pierna dominante y preguntas más específicas acerca de la propia lesión en la musculatura isquiotibial como si esta se produjo en su pierna dominante, no dominante o en ambas, si sufrió recidivas, si recuerda aproximadamente el tiempo durante el cual estuvo parado como consecuencia de la lesión y si recibió tratamiento de ésta o solamente mantuvo reposo.

Tras haber rellenado los participantes las distintas hojas que les proporcionamos los responsables del estudio, el posterior paso era la realización de las diferentes pruebas y mediciones

Las pruebas y mediciones efectuadas en este estudio se efectuaron bilateralmente, tanto en la pierna afectada por la lesión como en la pierna sana y fueron las siguientes: medición de la amplitud articular de las rotaciones tibiales utilizando un goniómetro gravitatorio y medición de la flexibilidad de la musculatura isquiotibial mediante dos pruebas diferentes, un SLR pasivo y una medición del ángulo poplíteo activo, ambas utilizando un goniómetro.

Tras la ejecución de cada prueba los resultados se anotaron en una hoja de Excel donde se recogían todos los datos referentes a las diferentes pruebas para ambas piernas.

En el caso de las rotaciones tibiales cada uno de los observadores realizó dos mediciones de cada parámetro en ambas piernas, obteniendo seguido una media que se combinaría con la del otro para la obtención de un valor final. Para las mediciones del ángulo poplíteo y del SLR únicamente se realizó una medición por observador.

Las repeticiones de las mediciones se realizaron alternas, una vez en cada una de las piernas, guardando un descanso de 1 minuto entre las repeticiones en una misma pierna. Seguido se procedía dejando un descanso de 6 minutos entre las mediciones de uno y otro observador, ya que en este tiempo se ha visto que suelen desaparecer los efectos del estiramiento generado en la realización de cada medición <sup>20, 21</sup>.

A continuación se procede a la explicación detallada de la realización de cada una de las pruebas:

#### Goniometría de las Rotaciones Tibiales:

En esta medición el sujeto se posicionaba inicialmente tumbado en la camilla en decúbito supino, con cadera y rodilla de la pierna a medir colocadas en flexión de 90°.

Una vez posicionado el participante en la posición inicial previa a la medición, se procedía a la colocación del goniómetro gravitatorio sobre la TTA de la rodilla a medir, buscando la posición en la cual la angulación fuera 0°. Posteriormente el observador, con una mano colocada en la parte proximal de la pierna y la otra, principal encargada de provocar la rotación tibial, tomando la tibia en el tercio distal, provocaba la rotación tibial interna y externa de forma pasiva.

Las imágenes referentes a estas mediciones están adjuntadas en el apartado de anexos cómo Figura 1, Figura 2 y Figura 3.

En el caso de la exploración de la flexibilidad de la musculatura isquiotibial se hizo uso en ambas pruebas del Stabilizer Pressure Biofeedback colocado a nivel lumbar.

Inicialmente se procedía a una breve explicación individual del funcionamiento del Stabilizer, donde mostrándole la pantalla donde se visualiza la presión interna del objeto pedíamos “llevar la columna hacia la camilla como si quisiera aplastar el artefacto”, realizando una flexión de la columna lumbar, para ver cómo la presión ascendía y explicándole que era eso lo que justamente debía evitar durante la realización de la prueba. Seguido se le pedía al paciente una activación de la musculatura lumbar con el objetivo de mantener la lordosis fisiológica de la columna lumbar, explicándole igualmente que durante la extensión activa de la pierna o la elevación pasiva de la pierna, él mismo debía tratar de mantener esta curvatura evitando el aumento de la presión dentro del aparato. El aumento de presión indicaría que el movimiento realizado no se corresponde con la flexión de la cadera sino que son las lumbares mediante una flexión lumbar quienes están permitiendo el mayor ROM al extender la rodilla o flexionar la cadera.

Tras activar la musculatura, la presión que se colocaba en el Stabilizer Pressure Biofeedback era de 40 mmHg, explicando al participante que la variación de presión permitida durante la realización de la prueba sería el aumento de 8 mmHg, hasta 48mmHg, presión a la cual realizábamos la medición alcanzada.

Por otro lado, ha sido estudiado el efecto de la posición del tobillo sobre el rendimiento en el test de SLR, realizado de forma activa y pasiva, y la medición del ángulo poplíteo. Los resultados de los estudios demuestran que la flexión dorsal de tobillo reduce de forma

significativa el rango de movimiento (ROM) durante la realización de ambas pruebas <sup>20, 21, 22</sup>. Por lo tanto, para evitar la alteración negativa sobre el resultado final de las mediciones, todas fueron realizadas de igual modo, con la articulación del tobillo en posición neutra o ligera flexión plantar.

#### Prueba del ángulo poplíteo activo (APA) / Active Knee Extension (AKE):

Para la medición de la flexibilidad de la musculatura isquiotibial la primera prueba realizada fue una medición del ángulo poplíteo con la utilización del Stabilizer Pressure Biofeedback. Es una maniobra basada en la medida angular alcanzada por la extensión de rodilla con cadera flexionada <sup>20, 23</sup>.

Para esta medición el participante se colocaba en decúbito supino con la pierna contralateral extendida y cinchada a la camilla a la altura del muslo rodilla y el miembro inferior a testar se colocó con flexión de cadera de 90°, la cual se mantuvo en esa posición manteniendo el muslo en contacto con una tira de esparadrapo, que le daba a los sujetos información visual y táctil.

El explorador se colocaba en el lado a medir, fijando con una mano la cadera, evitando movimientos indeseados como la rotación o elevación de la pelvis, y con la otra mano acompañando el movimiento activo de la pierna del participante. Una vez alcanzado el ROM máximo se mantenía la pierna en esa posición y se efectuaba la medición de los grados alcanzados partiendo con el brazo móvil del goniómetro alineado con la horizontal.

### Elevación de la Pierna Recta Pasiva (EPR/SLR pasivo):

La prueba SLR estima la flexibilidad de la musculatura isquiosural a través de la medición del ángulo de la flexión de cadera con rodilla extendida <sup>22</sup>. En este estudio la prueba fue realizada con la implementación del uso de un Stabilizer Pressure Biofeedback.

El paciente fue colocado en decúbito supino sobre una camilla. Con el miembro inferior contralateral en extensión y evitando la rotación externa de esa cadera a través de una cincha <sup>20, 23, 24</sup>.

Para la realización de la prueba y la medición interveníamos los 2 observadores, uno encargado de realizar la elevación de la pierna recta de forma pasiva y el otro encargado de realizar la medición mediante la utilización de un goniómetro universal dispuesto de un brazo telescópico extendido hasta el maléolo externo. El eje del goniómetro se correspondía con el trocánter mayor del fémur, el brazo fijo con la horizontal y el brazo móvil se extendía desde el trocánter mayor hasta el maléolo peroneo <sup>20, 25</sup>.

Las fotos referentes a estas dos pruebas anteriores están adjuntadas en el apartado de anexos como Figura 4 y Figura 5, respectivamente.

### **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Para llevar a cabo el análisis se incluyeron a todos los participantes que cumplieron los criterios de inclusión. La recogida de datos tomadas de cada una de las pruebas realizadas fueron recogidos en una hoja de Excel para posteriormente importar todos los datos al programa estadístico. Para la realización de la estadística se utilizó el programa SPSS statistics versión 19. En las pruebas estadísticas se utilizó un nivel de significación de 0,05.



Los valores resultantes de las pruebas fueron medidos y obtenidos en cada una de éstas por dos observadores diferentes con el objetivo de conseguir unos resultados más precisos, reduciendo el sesgo posible en una medición goniométrica y a la vez estableciendo una comparación interobservador, observando así si existe significativa diferencia entre las mediciones por parte de uno u otro observador.

Con el propósito de analizar la comparación entre observadores en busca de correlación entre los resultados obtenidos por uno y otro, se estudió el coeficiente de relación intraclase.

Inicialmente se realizó un análisis estadístico descriptivo con las variables cuantitativas de los resultados obtenidos en las mediciones de las rotaciones tibiales, en la medición del ángulo poplíteo y en la medición del SLR. También se efectuó un análisis estadístico descriptivo de todas las variables que fueron recogidas en el cuestionario que se paso a los participantes del estudio, como edad, peso, talla, posición en el campo, pierna lesionada dominante o no dominante, tiempo de la lesión y por último si recibió tratamiento o solo efectuó reposo.

Para la realización del análisis de los datos referentes al objetivo principal de este estudio, el cual es determinar la relación entre la pierna lesionada y la pierna no lesionada con el rango de movimiento de las rotaciones tibiales y la flexibilidad de la musculatura isquiotibial, hemos utilizado una T-student, debido a que se estableció el estudio de dos variables independientes, por un lado pierna lesionada y por otro pierna no lesionada. Además al ser la muestra mayor de 30 consideramos que sigue una distribución normal, situación que ha hecho que utilizemos este test paramétrico.

Se utilizó ANOVA para el análisis de los objetivos secundarios que se pretendían estudiar: para ver si influye el tiempo de lesión con los parámetros de rotación interna, externa, SLR y poplíteo

viéndolo únicamente en la pierna lesionada; para ver si influye la pierna de lesión (pierna dominante lesionada o pierna no dominante lesionada) con los parámetros de rotación interna, externa, SLR y poplíteo viéndolo únicamente en la pierna lesionada; para ver si influye la intervención (tratamiento o reposo) con los parámetros de rotación interna, externa, SLR y poplíteo viéndolo únicamente en la pierna lesionada; para ver si influye la recidiva (si o no) con los parámetros de rotación interna, externa, SLR y poplíteo viéndolo únicamente en la pierna lesionada.

## **ASPECTOS ÉTICOS**

Hoja de información y consentimiento informado: antes de la inclusión de una persona en el estudio ésta fue informada acerca de los objetivos, la metodología a seguir y la confidencialidad de los datos. Para ello, se diseñó una hoja de información, donde se recogía la información más relevante acerca del estudio en cuestión, además de un consentimiento informado, recogido de acuerdo con la Declaración de Helsinki, en el cual debían plasmar su firma para dar su consentimiento para participar en el estudio entendiendo con ello la finalidad de éste.

Confidencialidad de los datos: la información referente a la identidad de los participantes tiene carácter confidencial en todos sus aspectos. Los datos recogidos sólo serán utilizados por los investigadores y los evaluadores de este proyecto, tal y como se les ha hecho saber a cada uno de los participantes.

## LIMITACIONES

La principal limitación experimentada en nuestro estudio ha surgido con la comparación de los datos recogidos en las distintas pruebas con los valores estándar descritos previamente en la literatura. Esto se debe por un lado a las variantes incluidas en las distintas pruebas para testar la flexibilidad en relación a lo descrito en la literatura, ya que no se encontró ningún estudio previo que también utilizara el Stabilizer Pressure Biofeedback como método para objetivar la medición; y por otro lado tampoco se encontraron estudios previos que testaran el ROM de las rotaciones tibiales mediante un goniómetro gravitatorio como se hizo en este estudio, por lo que la comparación fue realizada con valores hallados mediante otros métodos de medición distintos.

Otra de las posibles limitaciones del estudio que impide un estudio aún más completo, es el desconocimiento de la localización exacta de la lesión. En el caso de poder conocer este factor, por ejemplo mediante diagnóstico ecográfico, podríamos establecer una subdivisión entre los sujetos lesionados de la musculatura isquiotibial medial (ST y SM) y del bíceps femoral. Con ello sería interesante la comparación de los datos obtenidos en cada subgrupo en relación al ROM de las rotaciones tibiales, buscando alguna diferencia especialmente en el caso de la rotación externa.

También sería interesante el conocimiento del mecanismo lesional por el cual se produjo la lesión en el momento de la actividad deportiva para poder establecer otra subdivisión, por ejemplo, entre aquellas sufridas al sprint o movimiento de aceleración y las sufridas por traumatismo o golpeo de balón y comparar posteriormente los resultados para cada grupo.

Como futuras líneas de investigación se propone un estudio a largo plazo, realizando la medición de los mismos parámetros medidos en este estudio en sujetos sanos, llevando un control de éstos

durante su práctica deportiva. Durante este tiempo, si un sujeto sufriera una lesión en la musculatura isquiotibial, conociendo los valores hallados con la realización de las pruebas previas a la lesión, se llevarían a cabo de nuevo dichas pruebas en el momento que éste vuelva a la práctica deportiva. El objetivo primordial de este estudio sería la comparación de los valores hallados en las diferentes pruebas diagnósticas realizadas en un mismo sujeto antes y después de sufrir una lesión de la musculatura isquiotibial.

Como otra interesante futura línea de investigación proponemos comparar todas las piernas dominantes, aquellas que hayan sufrido lesión con las sanas que nunca se hayan lesionado. No fue llevado a cabo este análisis en el presente estudio debido a que la mayoría de piernas dominantes eran a su vez piernas lesionadas, por lo que no podían ser comparadas en igualdad de condiciones con la minoría de piernas dominantes sanas. Por ello considero que sería interesante comparar una muestra similar de piernas dominantes lesionadas con piernas dominantes no lesionadas evaluando los mismos parámetros y buscando algún tipo de diferencia.

## **RESULTADOS**

En este estudio participaron un total de 35 sujetos siendo todos ellos jugadores de fútbol integrantes de clubes pertenecientes a la Federación Cantabra de Fútbol. La edad media del total de participantes fue de 24,63 años con una desviación estándar de 4,225, cuya media de años practicando este deporte fue 17,49 con una desviación estándar de 3,853.

En la estadística descriptiva referente a los principales parámetros medidos en este estudio se vio una leve diferencia aunque no significativa en las medias de los valores obtenidos para las rotaciones externas de las piernas sanas en comparación con las piernas lesionadas, ligeramente

mayores. Analizando los datos obtenidos referentes a la flexibilidad, se aprecia que en ambas pruebas se obtienen mayores valores medios en el caso de las piernas sanas. En cuanto a los demás no se apreciaron diferencias destacables en la comparación entre los datos obtenidos para las piernas sanas en relación con las piernas lesionadas, no obteniendo así datos significativos.

Los resultados comentados se exponen en la tabla 1 adjuntada en el apartado de anexos, donde se muestran las medias, desviaciones estándar y el grado de significación para los principales parámetros medidos en este estudio.

En relación a los demás parámetros evaluados en este estudio se halló que el 80%, 28 de los 35 jugadores participantes, sufrieron la lesión en la pierna dominante. Se expone en la figura 6.

Respecto a la distribución en referencia al tiempo de lesión se vio que las lesiones más frecuentes, con un 28,7%, fueron aquellas que sobrepasaron los 28 días junto con las que duraron de 4 a 10 días, con 10 jugadores dentro de cada grupo. Los resultados aparecen en la figura 7.

Fue analizada también la incidencia de lesión en relación con la posición ocupada en el campo y fue visto que fueron 8 los mediocampistas derechos lesionados, representado un 22,9% del total. Así mismo se vio que el mayor porcentaje de jugadores lesionados ocupaban puestos referentes al centro del campo. Los resultados se exponen en la figura 8.

Por último, en cuanto al tratamiento de la lesión, el 71,4% referente a 25 de los participantes, fueron tratados de la lesión mientras el resto únicamente guardó reposo antes de su vuelta a la práctica deportiva. Fue recogido a través del cuestionario el mismo porcentaje para sujetos que no sufrieron recidiva de la lesión, viéndose que fueron 10, el 28'6%, aquellos que sufrieron al menos una recidiva.

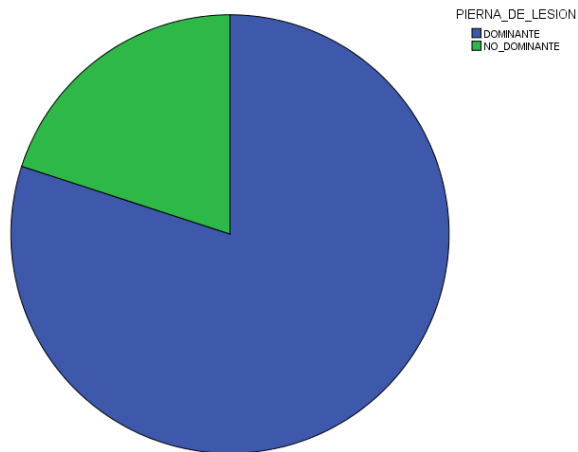


Figura 6. Porcentaje de lesiones sufridas en piernas dominantes y piernas no dominantes.

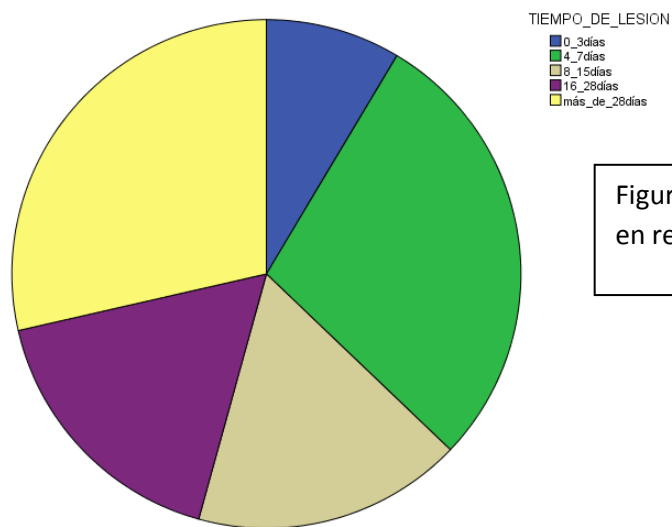


Figura 7. Distribución de las lesiones en relación al tiempo de duración.

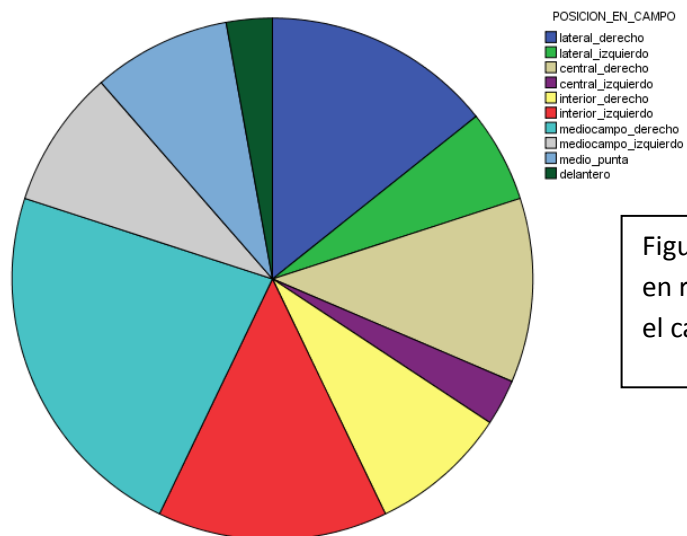


Figura 8. Distribución de las lesiones en relación a la posición ocupada en el campo.

En el análisis de los resultados de los datos hallados en referencia al objetivo principal, no se encontró significativa relación entre las lesiones de la musculatura isquiotibial y el rango de movimiento de las rotaciones tibiales externa e interna. Por otro lado, aunque la significación fue mayor, tampoco se hallaron datos significativos en relación a las lesiones de isquiotibiales y la flexibilidad. Todos estos datos están adjuntados en la tabla 2 del apartado anexos.

En el análisis de los resultados de los datos hallados en referencia a los objetivos secundarios se obtuvieron datos significativos que apoyaban la influencia de una recidiva de lesión isquiotibial con el mayor ROM en rotación externa de rodilla, viéndolo únicamente en la pierna lesionada. Dentro de este aspecto no se halló relación con la rotación interna, con el SLR, ni con la medición del ángulo poplíteo.

Se estudió la relación entre el tiempo de lesión y los parámetros de rotación interna y externa de rodilla, encontrándose una relación aunque no significativa. No fue así para las pruebas que midieron la flexibilidad, en las cuales no se halló ningún tipo de relación.

Del mismo modo, viéndolo únicamente en la pierna lesionada, se estudió la relación entre la pierna afectada por la lesión, pierna dominante o pierna no dominante, con los parámetros de rotación interna y externa, con el SLR y con la medición del ángulo poplíteo, sin encontrar ninguna influencia significativa.

Todos estos datos aparecen adjuntados en el apartado anexos, en la tabla 3.

Por último, con el propósito de establecer una comparación entre las mediciones efectuadas por uno y otro observador, se estudió el coeficiente de relación intraclase hallando una alta correlación entre ambos resultados. Los resultados referentes a este aspecto se adjuntan en la tabla 4 en el apartado anexos.

## **DISCUSIÓN**

Para la medición de la flexibilidad se utilizaron estas dos pruebas de recorrido angular ya que podrían ser las más apropiadas para estimar la flexibilidad isquiotibial, debido principalmente a que una única articulación es requerida durante la exploración (cadera o rodilla) a diferencia de las pruebas de dedos-planta o dedos-suelo <sup>22</sup>.

En ambas se han descrito limitaciones e inconvenientes, fundamentalmente en cuanto a la posición del tobillo, a la posible participación de la pelvis y raquis y el establecimiento de diferentes límites de normalidad en las exploraciones <sup>20, 22, 24, 25, 26</sup>.

En relación a la posición del tobillo en nuestro estudio todas las mediciones fueron realizadas como la literatura aconseja, con el tobillo en posición neutra o ligera flexión plantar. Ninguna medición se efectuó con flexión dorsal activa pues ha sido demostrado que esta reduce de forma significativa el ROM, debido a la tensión inducida en el tríceps sural <sup>22, 23, 24</sup>.

Respecto a la posible participación de la pelvis y el raquis, tanto en este estudio como en la literatura, han sido observados durante la realización de las pruebas los movimientos de retroversión de pelvis y flexión de la columna lumbar <sup>20, 22, 25, 26</sup>. Esta es una de las principales casusas que dificultan la ejecución, interpretación y unificación de los resultados, dado que es



difícil discernir entre el movimiento de las coxofemorales y el de la retroversión pélvica con flexión lumbar <sup>23</sup>. La forma de diferenciarlo descrita en la literatura es colocar una de nuestras manos bajo el raquis lumbar para detectar el cambio de presión, aunque de esta forma no se evitaría el componente subjetivo <sup>20, 22, 25</sup>. Con el propósito de eliminar ese factor subjetivo, en nuestro estudio incorporamos el uso del Stabilizer Pressure Biofeedback, suprimiendo la influencia subjetiva de cada observador en relación a los resultados. De igual modo, el momento en el cual se realiza la medición viene marcado por la presión interna del objeto, gran diferencia con respecto a la literatura previamente descrita donde la medición se establecía “en el momento en que el sujeto manifieste dolor, malestar o apreciemos basculación de la pelvis” <sup>20, 22, 25, 26</sup>.

Dadas las diferencias en la realización de las mediciones descritas en la literatura y las realizadas en nuestro estudio, principalmente eliminando el componente subjetivo y objetivando la medición mediante el uso del Stabilizer, los resultados obtenidos en este estudio no pueden ser comparados con los ya descritos en igualdad de condiciones.

En referencia al estudio de Santonja et al <sup>25</sup>, para la medición del SLR, se considera como valor normal la elevación  $>75^\circ$ . Cortedad moderada o grado I los que se sitúan entre  $61-74^\circ$  y marcada cortedad o grado II si los valores  $<60^\circ$ . Estos valores se deduce que no pueden ser comparados con los hallados en nuestro estudio, pues las medias obtenidas para pierna sana y pierna lesionada fueron 54,57 y 52,51 respectivamente. Tomando como referencia estos datos, cerca de la totalidad de sujetos medidos presentarían una marcada cortedad o grado II, dado que únicamente el 17% de los sujetos alcanzaría al menos en una de las mediciones un valor referente a cortedad moderada o grado I y ninguno de los sujetos medidos alcanzaría un valor considerado como normal, ya que en ninguna de las mediciones se obtuvieron datos  $\geq$  a  $75^\circ$ .

En referencia al mismo estudio, en la medición del ángulo poplíteo, se consideran valores normales entre 0-15° de flexión de la rodilla. Cortedad moderada entre 16-34°; y marcado si los valores son iguales o superiores a 35°. En este caso los grados obtenidos mediante nuestras mediciones señalan el ROM alcanzado por la pierna partiendo desde la horizontal, los 90° de flexión de rodilla iniciales, hasta el final del movimiento activo. Para obtener valores similares al estudio de Santonja et al bastaría con restar a 90° los valores hallados en nuestro estudio. Si lleváramos a cabo este procedimiento prácticamente la totalidad de los sujetos presentarían un acortamiento marcado. Únicamente el 25% de los participantes habría alcanzado en al menos una medición un valor referente a una cortedad moderada.

La conclusión hallada tras comparar los valores descritos en la literatura y los obtenidos en nuestro estudio no presenta excesiva utilidad, debido a las diferencias establecidas en la realización de las pruebas diagnósticas. Sin embargo, creemos que nuestra medición es más acertada al eliminar el componente subjetivo en relación al movimiento lumbopélvico.

En el caso de las rotaciones tibiales, han sido descritos en numerosos estudios diferentes métodos de medición de los movimientos de rotación tibial externa e interna <sup>27</sup>. Sin embargo, la mayoría de estos métodos son muy caros, conllevan mucho tiempo o son complejos, características que los hacen menos accesibles para el uso clínico <sup>27, 28</sup>. Hasta donde alcanza nuestro conocimiento, ningún estudio ha testado previamente el ROM de las rotaciones tibiales mediante el uso de un goniómetro gravitatorio. De este modo evitamos una de las principales limitaciones referente a la precisión presente en otro tipo de mediciones, donde se usa la posición del pie para determinar el movimiento de rotación de la rodilla <sup>27,29</sup>. Otra gran limitación descrita es la dificultad de determinar la posición neutra de rotación cuando el sujeto se halla tumbado <sup>30</sup>. Esta limitación es fácilmente solventada mediante el uso del goniómetro gravitatorio.

Otro de los factores a tener en cuenta para la realización de las pruebas es la fuerza aplicada por el observador. En varios estudios descritos la propia maquinaria o artefacto marca la fuerza ejercida. En el caso de nuestro estudio se realizó una aplicación manual de la fuerza consistente en rotar la tibia hasta el “endfeel” de ambos movimientos, cuya fiabilidad ha sido previamente demostrada <sup>29</sup>.

A la hora de establecer la comparación con los resultados ya descritos en la literatura, nuestro estudio obtuvo resultados similares al estudio de Tsai et al <sup>31</sup>, donde en 11 sujetos se hallaron unas medias de laxitud total de 27° y 28° para las piernas izquierda y derecha respectivamente, siendo la diferencia entre ambos lados ligeramente mayor a 1°. En comparación, nuestros resultados fueron 32° y 33° para piernas sana y lesionada, con una diferencia también de 1° entre ambas. Este fenómeno fue igualmente descrito por Mouton et al <sup>32</sup>, quien no encontró diferencias significativas entre rodillas izquierda y derecha en sujetos sanos, demostrando que la diferencia en las medias de ambos lados era aproximada a cero.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Jan Ekstrand, Jeremiah C Healy, Markus Waldén, Justin C Lee, Bryan English, Martin Hägglund: Hamstring muscle injuries in professional football: the correlation of MRI findings with return to play. *Br J Sports Med* 2012;46:112-117
2. Łukasz Szuba,, Aleksandra Krzemińska Hamstring injuries – Current literature review. *Medycyna Sportowa MEDSPORTPRESS*, 2011; 27:11-18
3. Jan Ekstrand, Martin Hagglund, and Markus Waldén: Epidemiology of Muscle Injuries in Professional Football (Soccer); *The American Journal of Sports Medicine*; Febrero 2011; 39:1226-32.
4. Schuermans J, Van Tiggelen D, Danneels L, et al. ; Biceps femoris and semitendinosus—teammates or competitors? New insights into hamstring injury mechanisms in male football players: a muscle functional MRI study; *Br J Sports Med* 2014;48:1599–1606.
5. P. Barreira, B. Drust, M. A. Robinson, J. Vanrenterghem; Asymmetry after Hamstring Injury in English Premier League: Issue Resolved, Or Perhaps Not?; *J Sports Med Junio* 2015; 36 (6): 455-9
6. Woods C, Hawkins RD, Maltby S, et al. The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football-analysis of hamstring injuries. *Br J Sports Med* 2004;38:36–41.
7. Gunnlaugur Jónasson, Andri Helgason, Dorsteinn Ingvarsson, Arnar Már Kristjánsson and Kristín Briem. The Effect of Tibial Rotation on the Contribution of Medial and Lateral Hamstrings During Isometric Knee Flexion. *Sports Health*. 2015.
8. Longo GU, Garau G, Denaro V, Maffuli N. Surgical management of tendinopathy of biceps femoris tendon. *Disability and Rehabilitation* 2008;30:1602-1607.

9. Hui Liu a, William E. Garrett b, Claude T. Moorman b, Bing Yu c. Injury rate, mechanism, and risk factors of hamstring strain injuries in sports. *Journal of Sport and Health Science* 2012; 1: 92-101
10. A review of risk factors for hamstring injury in soccer: a biomechanical approach. Enrique Navarro; David Chorro; Gonzalo Torres; *European Journal of Human Movement*, 2015: 34, 52-74
11. Schache AG, Kim HJ, Morgan DL, Pandy MG. Hamstring muscles force prior to immediately following an acute sprinting-related muscle strain in injury. *GaitPosture* 2010; 32: 136-140
12. Schache AG, Dorn TW, Blanch PD et al. Mechanics of the human hamstrings during sprinting. *Med Sci Sports Exerc* 2012; 44: 647-58
13. Jurdan Mendiguchia, Eduard Alentorn-Geli, Matt Brughelli . Hamstring strain injuries: are we heading in the right direction? *Br J Sports Med.* 2012 ; 46 (2): 81-5.
14. Witvrouw E, Danneels L, Asselman P, D'Have T, Cambier D. Muscle flexibility as a risk factor for developing muscle injuries in male professional soccer players. A prospective study. *Am J Sports Med* 2003; 31:41-6.
15. Bradley PS, Olsen PD, Portas MD. The effect of static, ballistic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on vertical jump performance. *J Strength Cond Res* 2007;21:223
16. Randall W. Viola, William I. Sterett, Darren Newfield, J. Richard Steadman and Michael R. Torry: Internal and External Tibial Rotation Strength After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Ipsilateral Semitendinosus and Gracilis Tendon Autografts. *Am J Sports Med* 2000; 28 ( 4): 552-555

17. GuelichDR, et al, Different roles of the medial and lateral hamstrings in unloading the anterior cruciate ligament. *The Knee Journal* 2016; 23: 97-101
18. Lynn SK, Costigan PA. Changes in the medial-lateral hamstring activation ratio with foot rotation during lower limb exercise. *J Electromyogr Kinesiol.* 2009;19:197-205.
19. Tanya Armour, Lorie Forwell, Robert Litchfield, Alexandra Kirkley, Ned Amendola and Peter J. Fowler; Isokinetic Evaluation of Internal/External Tibial Rotation Strength After the Use of Hamstring Tendons for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction *The American Journal of Sports Medicine.* 2004; 32 (7): 1639-1643.
20. A. Luque Suárez et al. Relationship between straight leg raise (SLR) and active knee extensión (AKE) test measurements in hamstring flexibility. *Dep Fisioterapia Málaga.* 2010; 32 (6): 256-263
21. De Pino G, Webright G, Arnold B. Duration of maintained hamstring flexibility after cessation of an acute static stretching protocol. *J Athl Train.* 2000; 35: 56-9.
22. F. Ayala , P. Sainz de Baranda , A. Cejudo y F. Santonja. Angular tests for estimating hamstring flexibility: description of their measurement method and reference value. *Rev Andal Med Deporte.* 2013;6(3):120-128
23. Boland RA, Adams D. Effects of ankle dorsiflexion on range and reliability of straight leg raising. *Aust J Physiother.* 2000;46:191-200.
24. Santonja F, Ferrer V, Marínez I. Exploración clínica del síndrome de isquiosurales cortos. *Selección.* 1995; 4: 81-91
25. Gajdosik RL, LeVeau BF, Bohannon RW. Effects of ankle dorsiflexion on active and passive unilateral straight leg raising. *Phys Ther.* 1985; 65(10): 1478-82.

26. Gajdosik RL, Rieck MA, Sullivan DK, Wightman SE. Comparison of four clinical test for assessing hamstring muscle length. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1993; 18(5): 614-8.
27. In-cheol Jeon, Oh-yun Kwon, Jong-hyuck Weon, Sung-min Ha, Si-hyun Kim. Reliability and Validity of Measurement Using Smartphone-Based Goniometer of Tibial External Rotation Angle in Standing Knee Flexion. *Phys Ther Kor* 2013;20(2):60-68
28. Mahbub Alam, Anthony M.J. Bull, Rhidian deW Thomas and Andrew A. Amis. A Clinical Device for Measuring Internal-External Rotational Laxity of the Knee. *Am J Sports Med* 2013; 41: 87-94
29. David F. Russell, Angela H. Deakin, Quentin A. Fogg , Frederic Picard. Repeatability and accuracy of a non-invasive method of measuring internal and external rotation of the tibia. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014; 22 (8): 1771-1777
30. Per O. Alnquist, Arnbjorn Arnbjorisson, Rose Zatterstrom , Leif Ryd b, Charlotte Ekdahl a, Thomas Fridkn. Evaluation of an external device measuring knee joint rotation: an in vivo study with simultaneous Roentgen stereometric analysis. *Journal of Orthopaedic Research* 2002;20: 427-432
31. A. G. Tsai, V. Musahl, H. Steckel. Rotational knee laxity: reliability of a simple measurement device in vivo. *BMC Musculoskeletal Disorders.* 2008; 9:35
32. C. Mouton, R. Seil, H. Agostinis, S. Maas, and D. Theisen. Influence of individual characteristics on static rotational knee laxity using the Rotameter. *Knee Surg Sports Traum,* 2012; 20:645–651

# **ANEXOS**



## ANEXO 1: HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE

**Título del estudio:** Relación entre las rotaciones tibiales y las lesiones de la musculatura isquiotibial en el fútbol.

**Diseño:** Estudio observacional transversal.

**Objetivos:** Este estudio, para el cual pedimos su colaboración, tiene como objetivo principal demostrar la posible relación entre la movilidad de la rodilla en el sentido de las rotaciones tibiales, con las lesiones de la musculatura isquiotibial en jugadores de fútbol.

**Metodología utilizada:** Dicho estudio se llevará a cabo mediante la realización de una serie de mediciones recogidas por los observadores.

**Participación en el estudio:** La participación en este estudio es totalmente voluntaria y si durante el transcurso del mismo usted decide retirarse puede hacerlo libremente en el momento en que lo considere oportuno, sin ninguna necesidad de dar explicaciones y sin que por este hecho deba verse alterada su relación con el investigador principal.

**Confidencialidad de los datos:** Los resultados de los cuestionarios realizados, así como toda la documentación referente a su persona son absolutamente confidenciales y únicamente estarán a disposición del investigador principal, los colaboradores/as, la dirección de la E.U. Gimbernat (en calidad de promotor) y el Servicio Universitario de Investigación Gimbernat-Cantabria (SUIGC), y las autoridades sanitarias competentes, si es el caso. Todas las medidas de seguridad necesarias para que los participantes en el estudio no sean identificados y las medidas de confidencialidad en todos los casos serán completas, de acuerdo con la Ley Orgánica sobre protección de datos de carácter personal (Ley 15/1999 de 13 de diciembre).

**Publicación de los resultados:** El promotor del estudio reconoce la importancia y trascendencia del mismo y, por tanto, está dispuesto a publicar los resultados en una revista, publicación o reunión científica a determinar en el momento oportuno y de común acuerdo con los investigadores. Si usted lo desea, el investigador responsable del estudio, podrá informarle de los resultados.

**Investigador/a responsable del estudio:** El Sr. *Hugo Rasilla*, en calidad de investigador/a responsable del estudio o, en su caso un/a investigador/a colaborador/a designada directamente por él/ella, es la persona que le ha informado sobre los diferentes aspectos del estudio. Si usted desea formular cualquier pregunta sobre lo que se ha expuesto o si desea alguna aclaración de cualquier duda, puede manifestárselo en cualquier momento.

## ANEXO 2

### HOJA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, \_\_\_\_\_ con DNI nº \_\_\_\_\_  
me declaro mayor de 18 años y declaro que he sido informado de manera amplia y satisfactoria, y he leído el documento llamado “Hoja de información al participante”, he entendido y estoy de acuerdo con las explicaciones del procedimiento, y que esta información ha sido realizada.

He tenido la oportunidad de contactar con Hugo Rasilla y de hacer todas las preguntas que he deseado sobre el estudio.

Comprendo que mi participación es en todo momento voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio en el momento que así lo quiera; sin tener que dar ninguna explicación; sin que este hecho tenga que repercutir en mi relación con los/las investigadores/as, ni promotores del estudio.

Así pues, presto libremente mi conformidad para participar en este estudio.

Firmado:

Nombre y apellidos del participante: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Firma del investigador principal:

Investigador principal: Hugo Rasilla

### ANEXO 3: CUESTIONARIO

Nombre y apellidos: \_\_\_\_\_

Equipo: \_\_\_\_\_ División: \_\_\_\_\_

Fecha de nacimiento: \_\_\_\_\_ Altura: \_\_\_\_\_ m Peso: \_\_\_\_\_ kg

\*Años practicando fútbol: \_\_\_\_\_

Posición en el campo: \_\_\_\_\_

Pierna dominante (de golpeo): \_\_\_\_\_

\*Lesión de isquiotibiales:      SÍ      NO      En caso de sí, ¿hace cuánto tiempo? \_\_\_\_\_

- Pierna dominante      ;      Pierna no dominante      ;      Ambas

- Tiempo lesionado (gravedad):

0-3 días      ;      4-7 días      ;      8-15 días      ;      15-28 días      ;      >28 días

- ¿Recidivas? (repetición de la lesión):      SÍ      NO

- Tratamiento de la lesión      ó      Sólo reposo

Otras lesiones sufridas (especificar en qué pierna): \_\_\_\_\_

Firmado:

Fecha: \_\_\_\_\_



**Figura 1.** Posición inicial previa a la medición con goniómetro gravitatorio sobre TTA y a 0° de angulación.

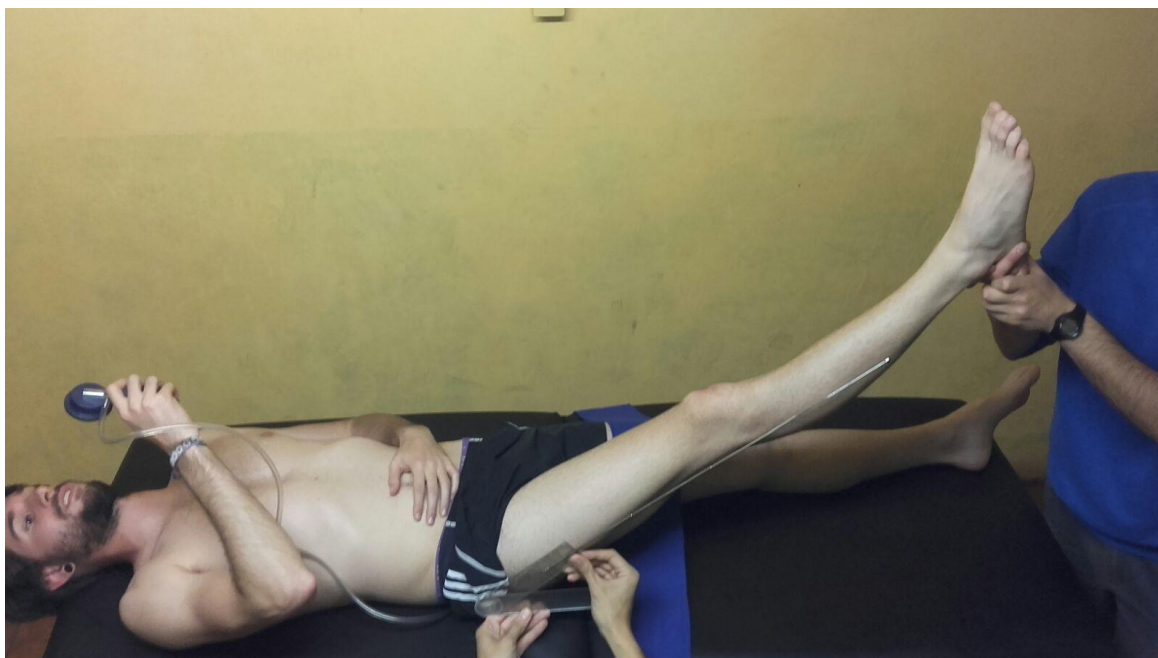
**Figura 2.** Medición del rango de movilidad pasivo de la rodilla hacia la rotación externa.



**Figura 3.** Medición del rango de movilidad pasivo de la rodilla hacia la rotación



**Figura 4.** Medición de la flexibilidad de la musculatura isquiotibial mediante la medición del ángulo poplíteo tras extensión activa de rodilla.



**Figura 5.** Medición de la flexibilidad de la musculatura isquiotibial mediante la prueba de elevación pierna recta pasiva.

**TABLA 1.** Resultados de la estadística descriptiva, referente a los principales parámetros medidos en este estudio.

	ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA	
	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
RI SANA FINAL	14,99	3,873
RE SANA FINAL	16,91	5,685
RI LESIONADA FINAL	15	3,896
RE LESIONADA FINAL	17,71	5,421
ÁNG POP SANA FINAL	46,94	10,227
ÁNG POP LESIONADA FINAL	43,11	9,505
SLR SANA FINAL	54,57	8,772
SLR LESIONADA FINAL	52,51	9,773
ALTURA	178,4	5,857
PESO	73,97	5,818
EDAD	24,83	4,225
AÑOS JUGANDO FÚTBOL	17,49	3,853

**TABLA 2.** Resultados del análisis de los datos hallados en referencia al objetivo principal.

PARÁMETROS EVALUADOS		MEDIA	DESV TÍPICA	SIGNIFICACIÓN
RI	SANA	14,99	3,873	0,956
	LESIONADA	15	3,896	
RE	SANA	16,91	5,685	0,982
	LESIONADA	17,71	5,421	
ÁNGULO POPULÍTEO	SANA	46,94	10,227	0,14
	LESIONADA	43,11	9,505	
SLR	SANA	54,57	9,733	0,5
	LESIONADA	52,51	7,698	

**TABLA 3.** Resultados referentes a la significación hallada en el análisis datos obtenidos para el estudio de los objetivos secundarios

SIGNIFICACIÓN				
	GRAVEDAD LESIÓN	LESIÓN DOM vs NO DOM	TRATAMIENTO-REPOSO	RECIDIVA
RI	0,138	0,285	0,778	0,572
RE	0,121	0,703	0,372	0,037
ÁNGULO POPLÍTEO	0,641	0,903	0,559	0,822
SLR	0,191	0,85	0,179	0,335



**TABLA 4.** Resultados referentes al coeficiente de relación intraclase, hallados al establecer una comparación entre las mediciones efectuadas por uno y otro observador.

PARÁMETROS ESTUDIADOS		ALPHA CRONBACH'S
RI	SANA	0,883
	LESIONADA	0,927
RE	SANA	0,972
	LESIONADA	0,9
ÁNGULO POPLÍTEO	SANA	0,965
	LESIONADA	0,966
SLR	SANA	0,973
	LESIONADA	0,95